



DOI: 10.18413/2658-6533-2024-10-3-0-7

УДК. 615.074

Выбор рационального инструментария для анализа полифенолов цветков бессмертника песчаного и листьев артишока колючего в комплексе фармакологических исследований

Р.П. Худоян¹ , Д.И. Писарев² , О.О. Новиков¹ , С.А. Ягников¹ ,
Д.В. Никитченко¹ , А.Ю. Малютина³ 

¹ Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов», ул. Миклухо-Маклая, д. 6, г. Москва, 117198, Российская Федерация

² Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», ул. Садовническая, д. 33, стр. 1, г. Москва, 117997, Российская Федерация

³ Дэчжоуский университет, ул. Университетская, д. 566, г. Дэчжоу, 253023, Китайская Народная Республика

Автор для переписки: Д.И. Писарев (juniper05@mail.ru)

Резюме

Актуальность: Патология гепатобилиарной системы включает гетерогенную группу заболеваний печени и желчевыводящей системы, вызванных вирусными, бактериальными и паразитарными инфекциями, новообразованиями, токсичными химическими веществами, в том числе алкоголем, алиментарными погрешностями, нарушениями обмена веществ и сердечной недостаточностью. Одной из базовых групп для фармакологической коррекции данной группы заболеваний является использование гепатопротекторов, препаратов, оказывающих преимущественно избирательное воздействие на печень. Действующим началом большинства растительных гепатопротекторов являются флавоноиды и гидроксикоричные кислоты. К наиболее востребованным растениям – гепатопротекторам, содержащим указанные действующие вещества, можно отнести артишок колючий – *Synara scolymus* (L.) и бессмертник песчаный – *Helichrysum arenarium* (L.) Moench, растение, обладающее желчегонным действием, также способное проявлять гепатопротекторную активность. **Цель исследования:** Разработка и сравнительная характеристика методик анализа полифенольного состава цветков бессмертника песчаного и листьев артишока колючего в комплексных фармакологических исследованиях с помощью методов ВЭЖХ и капиллярного электрофореза. **Материалы и методы:** Сумму полифенольных соединений подвергали хроматографическому разделению в градиентном режиме элюирования. Капиллярный электрофорез проводился в варианте мицеллярной электрокинетической хроматографии (МЭКХ). В качестве буферного раствора использовали смесь: боратный буфер 20мМ (рН – 9,3) – бета-циклодекстрин 20 мМ – спирт этиловый

(10:10:5). **Результаты:** Электрофореграммы разделения экстракта из листьев артишока методом МЭЖХ, показали наличие 7 компонентов, принадлежащие оксикоричным кислотам и флавоноидам. Доминирующими являются кислота хлорогеновая и лютеолин-7-глюкозид. Аналогичные результаты получены методом ВЭЖХ. На электрофореграмме экстракта цветков бессмертника обнаруживается 9 компонентов, из которых доминирующий принадлежит изосалипурпозиду. Хроматографический анализ экстракта цветков бессмертника показал присутствие тех же компонентов. **Заключение:** Результаты анализа полифенольного комплекса листьев артишока и цветков бессмертника с помощью капиллярного электрофореза согласуются с данными, полученными в ходе хроматографирования методом ВЭЖХ. Это позволяет сделать вывод, что метод МЭЖХ позволяет идентифицировать и проводить количественную оценку каждого компонента в листьях артишока и цветках бессмертника наряду с ВЭЖХ. Причём исполнение анализа с помощью КЭ является более экономически оправданным, по сравнению с ВЭЖХ, поскольку не требует затрат растворителей для подвижной фазы и наличия набора колонок.

Ключевые слова: высокоэффективная жидкостная хроматография; капиллярный электрофорез; артишок колючий; бессмертник песчаный; флавоноиды; гидроксикоричные кислоты

Для цитирования: Худоян РП, Писарев ДИ, Новиков ОО, и др. Выбор рационального инструментария для анализа полифенолов цветков бессмертника песчаного и листьев артишока колючего в комплексе фармакологических исследований. Научные результаты биомедицинских исследований. 2024;10(3):423-440. DOI: 10.18413/2658-6533-2024-10-3-0-7

Selection of rational tools for the analysis of polyphenols of sandy everlasting flowers and artichoke leaves in the complex of pharmacological studies

Ruslan P. Khudoyan¹ , Dmitry I. Pisarev² , Oleg O. Novikov¹ ,
Sergey A. Yagnikov¹ , Dmitry V. Nikitchenko¹ , Anastasia Y. Malyutina³ 

¹ Peoples' Friendship University of Russia,
6 Miklukho-Maklay St., Moscow, 117198, Russia

² Kosygin State University of Russia,
bld.1, 33 Sadovnicheskaya St., Moscow, 117997, Russia

³ Dezhou University,
566 University St., Dezhou, 253023, China

Corresponding author: Dmitry I. Pisarev (juniper05@mail.ru)

Abstract

Background: Pathology of the hepatobiliary system includes a heterogeneous group of diseases of the liver and biliary system caused by viral, bacterial and parasitic infections, neoplasms, toxic chemicals, including alcohol, nutritional errors, metabolic disorders and heart failure. One of the basic groups for pharmacological correction of this group of diseases is the use of hepatoprotectors, drugs that have a predominantly selective effect on the liver. The active ingredient of most plant hepatoprotectors are flavonoids and hydroxycinnamic acids. The most popular plants – hepatoprotectors con-

taining these active substances include – artichoke prickly (*Cynara scolymus* (L.)) and sandy everlasting (*Helichrysum arenarium* (L.) Moench), a plant with choleric action, also capable of hepatoprotective activity. **The aim of the study:** Development and comparative characterisation of methods for the analysis of polyphenolic composition of sandy everlasting flowers and artichoke leaves in complex pharmacological studies using HPLC and capillary electrophoresis methods. **Materials and methods:** The sum of polyphenolic compounds was subjected to chromatographic separation in gradient elution mode. Capillary electrophoresis was carried out in a variant of micellar electrokinetic chromatography (MEKC). The buffer solution used was a mixture of: borate buffer 20 mM (pH - 9.3) – beta-cyclodextrin 20 mM – ethyl alcohol (10:10:5). **Results:** The electrophoregrams of the separation of artichoke leaf extract by the MECC method showed the presence of 7 components belonging to oxycinnamic acids and flavonoids. The dominant ones are chlorogenic acid and luteolin-7-glucoside. Similar results were obtained by the HPLC method. The electrophoregram of immortal flower extract shows 9 components, of which the dominant one belongs to isosalipurposide. Chromatographic analysis of sandy everlasting flower extract showed the presence of the same components. **Conclusion:** The results of the analysis of the polyphenolic complex of artichoke leaves and sandy everlasting flowers by capillary electrophoresis agree with the data obtained by HPLC chromatography. This allows us to conclude that the MECC method allows the identification and quantification of each component in artichoke leaves and HPLC chromatography flowers along with HPLC. Moreover, the performance of the analysis by CE is more economically feasible than HPLC, since it does not require the use of solvents for the mobile phase and the availability of a set of columns. **Keywords:** high-performance liquid chromatography; capillary electrophoresis; artichoke prickly pear; immortal of sand; flavonoids; hydroxycinnamic acids

For citation: Khudoyan RP, Pisarev DI, Novikov OO, et al. Selection of rational tools for the analysis of polyphenols of HPLC chromatography flowers and artichoke leaves in the complex of pharmacological studies. Research Results in Biomedicine. 2024;10(3):423-440. Russian. DOI: 10.18413/2658-6533-2024-10-3-0-7

Введение. Печень выступает одним из ключевых органов обмена веществ и вовлечена в более чем 500 различных метаболических функций. Она контролирует обмен белков, жиров, углеводов, витаминов, участвует в секреции желчи, детоксикации ксенобиотиков, синтезе жирных кислот, фосфолипидов, холестерина и липопротеидов. Поэтому нарушение функционирования данного органа отражается на работе всего организма в целом. Большинство функций печени осуществляется за счёт клеток её паренхимы – гепатоцитов.

Патология гепатобилиарной системы включает гетерогенную группу заболеваний печени и желчевыводящей системы, вызванных вирусными, бактериальными и паразитарными инфекциями, новообразованиями, токсичными химическими веществами, в том числе алкоголем, алиментарными погрешностями, нарушениями об-

мена веществ и сердечной недостаточностью. Отличительные особенности терапии подобных заболеваний заключаются в поддержании регенеративного потенциала печени и улучшении обменных процессов в гепатоцитах. Поэтому одной из базовых групп для фармакологической коррекции данной группы заболеваний является использование гепатопротекторов, препаратов, оказывающих преимущественно избирательное воздействие на печень.

Гепатопротекторы ускоряют восстановление клеточной мембраны и, следовательно, самого гепатоцита.

Гепатопротекторы достаточно разнообразная группа препаратов, включающая средства, различающиеся как по происхождению, так и по механизму действия. Среди гепатопротекторов на фармацевтическом рынке в настоящее время преобладают гепатопротекторы растительного происхождения.

Действующим началом большинства растительных гепатопротекторов являются флавоноиды и гидроксикоричные кислоты. К наиболее востребованным растениям – гепатопротекторам, содержащим указанные действующие вещества можно отнести расторопшу пятнистую – *Silybum marianum* (L.) Gaertn. и артишок колючий – *Cynara scolymus* (L.). Однако, некоторые растения, традиционно используемые как желчегонные, также способны проявлять гепатопротекторную активность, в частности бессмертник песчаный – *Helichrysum arenarium* (L.) Moench.

У *S. marianum* (L.) Gaertn. гепатопротекторный эффект реализуется посредством флаволигнанов, компонентов, включающих флавоноидный компонент, сопряжённый с лигнановым.

Единым фармакологическим началом *C. scolymus* (L.) и *H. arenarium* (L.) Moench. являются флавоноиды и оксикоричные кислоты, родственные группы соединений, имеющие близкое химическое строение.

H. arenarium (L.) Moench. широко применяется в медицине в качестве желчегонного средства, его цветки являются составной частью различных сборов из них также вырабатывается препарат «Фламин».

Препараты *C. scolymus* (L.) в последние годы приобрели широкую популярность в отечественной и зарубежной медицине, благодаря своим выраженным гепатопротекторным, желчегонным и гиполипидемическим свойствам и возможности использования в педиатрической практике.

Характерным свойством обоих растительных объектов является их предельно низкая токсичность при выраженной фармакологической активности. Единственным противопоказанием для их назначения является непроходимость желчных путей.

Несмотря на несомненную широкую популярность и терапевтическую значимость, стандартизация настоящих растительных объектов требует оптимизации и совершенствования. Это связано с тем, что согласно отечественной фармакопее, при-

сутствие флавоноидов в цветках бессмертника обнаруживают методом ТСХ, а их количественное содержание рекомендуется проводить методом УФ-спектрофотометрии по реакции с алюминия хлоридом в пересчёте на изосалипурпозид. Однако, с помощью настоящего метода нельзя судить о количестве отдельных компонентов в анализируемом объекте, а только о сумме флавоноидов в целом.

Что касается *C. scolymus* L., то настоящий объект не включён в отечественную фармакопею, а его стандартизация проводится согласно требованиям Европейской фармакопеи и фармакопеи Великобритании, которые регламентирует содержание в листьях не менее 0,8% хлорогеновой кислоты, определяемой методом ВЭЖХ.

Учитывая нижесказанное, следует отметить, что актуальность настоящего исследования определяется необходимостью разработки методик анализа выбранных объектов, которые позволили бы одновременно охарактеризовать качественный состав основных полифенольных соединений выбранных растительных объектов и проводить оценку количественного содержания ключевых компонентов, являющихся носителями фармакологической активности.

Как известно, любой растительный объект представляет собой многокомпонентную систему, обычно содержащую несколько групп действующих веществ. Из-за такой поликомпонентности возникают трудности в объективной стандартизации того или иного сырьевого объекта. Решение данной проблемы невозможно без глубокого изучения химического состава сырьевого источника с использованием самых эффективных физико-химических методов. Только привлечение современных методов анализа, обеспечивающих разделение и одновременную детекцию позволяет с высокой степенью точности выявлять в составе растительного сырья многочисленных индивидуальных соединений, и обнаруживать из них терапевтически значимые, по которым можно проводить стандартизацию ана-

лизируемого образца [1, 2]. К таким методам относится и высокоэффективная жидкостная хроматография.

Однако, в качестве альтернативного и экономически значительно более доступного метода можно использовать капиллярный электрофорез в варианте мицеллярной электрокинетической хроматографии. Настоящий метод не требует применения токсичных растворителей, применяемых в ВЭЖХ как компонентов подвижной фазы, набора дорогостоящих колонок, длительного времени анализа. Применение настоящего метода в фитохимическом анализе в настоящее время ограничено из-за низкой востребованности в практике аналитических лабораторий вследствие исторически сложившегося доминирования метода ВЭЖХ, однако имеет несомненную перспективу.

Цель исследования. Разработка и сравнительная характеристика методик анализа полифенольного состава цветков бессмертника песчаного и листьев артишока колючего в комплексных фармакологических исследованиях с помощью методов ВЭЖХ и капиллярного электрофореза.

Как известно, количественное содержание терапевтически значимых компонентов в растительной матрице коррелирует со степенью выраженности фармакологической активности любого растительного объекта. Поэтому предварительно было необходимо провести анализ и систематизацию литературных данных о фармакологической активности выбранных объектов и обозначить компоненты, ответственные за их терапевтическое действие. Поскольку именно такой подход обеспечит возможность четкой, объективной оценки качества растительного объекта.

Материалы и методы исследования. В качестве объектов исследования использованы сухие экстракты цветков бессмертника и листьев артишока колючего, при изготовлении которых учитывалась традиционная схема получения сухих экстрактов. Перед анализом сухие экстракты в количестве 0,1 г растворяли в 25 мл спиртовой смеси и пропускали через фильтр

Acrodisc CR PTFE, с мембраной из нейлона (размер пор 0,45 мкм) для освобождения от взвешенных частиц. Полученными растворами заполняли виалы и подвергали хроматографированию.

Хроматографический анализ выполняли на жидкостном хроматографе «*Agilent Technologies 1200 Infinity*» с диодно-матричным детектором в обращенно-фазном варианте и градиентном режиме элюирования. Разделение осуществлялось с помощью стальной хроматографической колонки *Ascentis express C₁₈ 100 мм × 4,6 мм, 2,7 мкм (Supelco)*.

Градиентное элюирование велось, используя подвижную фазу: (А) – 1%-ный водный раствор кислоты муравьиной, (Б) – спирт этиловый, начальная концентрация фазы А 90% - 0 мин, конечная А 10% – 40 мин;

скорость подвижной фазы – 0,5 мл/мин;

температура колонки – +35°C;

объем вводимой пробы – 10 μl.

Детекцию проводили при рабочих длинах волн: 290 нм, 325 нм, 355 нм, 380 нм, пропорциональных максимумам поглощения искомым компонентам.

Оценку пригодности хроматографической системы осуществляли по регламентируемым в фармакопее параметрам, а именно: числу теоретических тарелок (N), коэффициенту разделения R_s , коэффициенту асимметрии (A_s), формулы расчёта которых приведены ниже.

Число теоретических тарелок находили по формуле 1:

$$N = 5,545 \times \left(\frac{t}{\mu_{0,5}} \right)^2, \quad [1]$$

где t – время удерживания определяемого вещества, мин;

$\mu_{0,5}$ – ширина на половине высоты пика, мм.

Коэффициент разделения R_s , должен быть не менее 1,5 и вычисляется по формуле 2:

$$R_s = \frac{\Delta l}{\mu_{0,5(1)} + \mu_{0,5(2)}}, \quad [2]$$

где Δl – расстояние между вершинами двух соседних пиков, мм;

$\mu_{0,5(1)}, \mu_{0,5(2)}$ – ширина на половине высоты пиков двух компонентов, мм.

Коэффициент асимметрии пика (A_s), оптимальным критерием служит диапазон 0,8 – 1,4, находили по формуле 3:

$$A_s \frac{W_{0,05}}{2f} \quad [3]$$

где $\mu_{0,05}$ – ширина пика на высоте 5.0% от базовой линии, мм;

f – расстояние от начала пика на высоте 5,0% от базовой линии до перпендикуляра, проведенного из его вершины, мм.

| | |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Капилляр | : кварцевый с общей длиной 40 см и эффективной длиной 30 см, внутренний диаметр = 50 μ м; |
| Напряжение на капилляре | +15 кВ; |
| Сила тока (макс.) | : 300 мкА; |
| Мощность (макс.) | : 6 Вт; |
| Температура капилляра | : 20 \pm 1 $^{\circ}$ С; |
| Цикл кондиционирования | : 5 мин. 10%-ным раствором кислоты уксусной; 5 мин : 0,1 М раствором натрия гидроксида; 5 мин фосфатным буферным раствором; |
| Детектор | : Диодно-матричный; |
| Длина волны детектирования | : 325/4 нм; 380/4 нм; 350/4 нм |
| Реферируемая длина волны | : 360/100 нм; |
| Ввод пробы | : Гидродинамический – 100 мбар/5 сек; |
| Время анализа | : около 30 мин. |

Результаты и их обсуждение. Бессмертник песчаный – *Helichrysum arenarium* (L.) Moench., многолетнее травянистое войлочно-шерстисто-опушенное растение семейства сложноцветные – *Asteraceae*, широко распространённое по всей степной зоне и в южных районах лесной зоны европейской части России, южных районах Западной Сибири, в степных районах Казахстана. Медицинское значение имеют соцветия, заготавливаемые в начале цветения, а также используемые для производства препарата «Фламин».

Полифенольными компонентами цветков *H. arenarium* (L.) Moench. являются флавоноиды, представленные флаваноном нарингенином и его 5-моноголюкозидом салипурпозидом в виде двух изомеров (ге-

Капиллярный электрофорез проводился на приборе для капиллярного электрофореза Agilent 7100 CE, в варианте мицеллярной электрокинетической хроматографии (МЭКХ) с диодно-матричным детектированием.

Подготовка образцов для проведения электрофореза такая же, как и в случае хроматографирования.

Электролитом служила смесь: боратный буферный раствор 20мМ (рН – 9,3) – бета-циклодекстрин 20 мМ – спирт этиловый (10:10:5).

лихризин А и гелихризин В). Также присутствуют халконовый гликозид изосалипурпозид (изогелихризин), флавонол апигенин и его 5-О-глюкозид, флавонол кемпферол в виде 3-диглюкозида и 3-моноголюкозида (астрагалин) [3].

Бессмертник песчаный повышает продукцию желчи, увеличивает холато-холестериновый коэффициент, усиливает тонус желчного пузыря. Расслабляет сфинктеры желчного пузыря и желчевыводящих протоков, увеличивает текучесть желчи. Повышает выделение панкреатического секрета, улучшает кровообращение в кишечнике [4].

Установлено гепатопротекторное действие флавоноидного комплекса бессмертника на модели острой токсичности пора-

жения печени, вызываемое четыреххлористым углеродом, поскольку данная модель по морфологическим и биохимическим показателям подобна жировой дистрофии печени человека. В качестве препарата сравнения использовался «Силибор». Установлено сопоставимое гепатопротекторное действие экстракта бессмертника с препаратом расторопши.

Полифенольный комплекс бессмертника уменьшает процессы цитолиза гепатоцитов, очевидно за счет снижения ПОЛ, что в свою очередь ведет к нормализации желчеобразовательной функции печени [5].

Суммарный полифенольный комплекс цветков бессмертника обладает выраженным гипохолестеринемическим и гипобеталипопротеидемическим свойствами, одновременно существенно снижая содержание холестерина в тканях аорты [6, 7].

Многочисленными исследованиями доказано, что препараты бессмертника в отношении острой токсичности относятся к практически безвредным [8].

Также установлено, что при ежедневном 6-месячном введении препаратов бессмертника лабораторным животным (крысы, кролики) отсутствовали патологические изменения со стороны жизненно важных органов и систем [9].

Артишок колючий – растение, длительное время, использовавшееся в народной медицине многих стран мира, особенно популярное в Латинской Америке, а научный интерес к настоящему объекту возник, когда в 1929 году в его листьях был обнаружен инулин. Первые научные исследования, подтверждающие наличие у артишока активности при атеросклерозе и дискинезии желчевыводящих путей, датируются 50-ми годами 20-го века [10].

Последние научные данные показывают, что препараты артишока стимулируют тонус желчевыводящих путей, способствуя оптимизации эвакуации желчи. Оказывая антиоксидантное и гипохолестеринемическое действие, компоненты артишока проявляют гепатопротекторное действие. Составляющие листьев артишока оказывают противомикробные свойства, в

том числе в отношении патогенных грибов [3, 11].

Установлено, что действующей группой веществ в листьях артишока служат вещества фенольного характера, которые увеличивают антиоксидантный потенциал плазмы [12], оберегают от оксидативного стресса, оказывая онкопротекторное действие [13], стимулируют выработку эндотелием оксида азота, важнейшего эндогенного вазодилататора [11].

Кроме того, активация глутатионпероксидазы посредством полифенольных компонентов листьев артишока, предотвращает окисление липопротеидов низкой плотности [14].

Результаты, полученные в испытаниях *in vivo*, показывают, что препараты листьев артишока приводят к существенному спаду печёночных трансаминаз, увеличению концентрации глутатиона в плазме крови лабораторных животных, что улучшает структуру печёночной ткани после её повреждения тетрахлорметаном [3].

Химический состав артишока представлен такими оксикоричными кислотами как: хлорогеновая кислота (3-кофеилхинная кислота), 1-,3-,4-, и 5-кофеилхинные кислоты, 1,5-ди-О-кофеилхинная кислота (цинарин), 1,3-ди-О-кофеилхинная кислота. Также присутствуют флавоноиды: лютеолин-7-О-рутинозид (сколиmozид), лютеолин-7-глюкозид (цинарозид), горький сесквитерпеновый лактон группы гвайанолида – цинаропикрин, придающий горечь артишоку. Из всей суммы полифенолов, доминирующим компонентом является кислота хлорогеновая. Кроме того, в листьях накапливается полифруктозан – инулин [10].

Изучение метаболитов препаратов артишока в ходе фармакокинетических исследований свидетельствует о том, что составные элементы полифенольного комплекса – оксикоричные кислоты и флавоноиды находятся в плазме крови в виде метилированных производных [15].

Изучение механизма действия суммарных извлечений из артишока показы-

вают выраженный желчегонный, гепатопротекторный, антиоксидантный, диуретический и гипохолестеринемический, канцеропротективный эффекты [13, 16].

Перечисленный ряд эффектов реализуется посредством компонента цинарина, оказывающего повышение выделения желчи, уменьшает вязкость желчи и усиливает сократительную активность желчевыводящих путей, а также противосклеротическую и мочегонную виды активности.

О выраженном антиоксидантном действии артишока свидетельствует снижение потери внутриклеточного глутатиона при его употреблении [14].

За антиоксидантное и противовоспалительное действие артишока в первую очередь ответственен флавоноид цинарозид (лютеолин-7-О-глюкозидом).

Препараты артишока блокируют биогенез холестерина в печени. Принято считать, что данный вид активности обусловлен агликонами флавоноидов и кислотой хлорогеновой. Причём указанное действие зависит от активности фермента бета-глюкозидаза, который способствует расщеплению гликозидированных форм флавоноидов [17].

Ингибирование биосинтеза холестерина проявляется за счёт инактивации фермента 3-гидрокси-3-метил-глутарил-КоА-редуктазы инсулином, не воздействуя на другие инсулинзависимые звенья. Причём, инактивация особенно эффективна в экстрактах с большой концентрацией цинарозида, тогда как хлорогеновая кислота менее эффективна [18, 19].

Клинические испытания экстрактов артишока позволили выявить снижение общего содержания холестерина плазмы крови у взрослых пациентов с гиперхолестеринемией, улучшение состояния больных с синдромом раздражённой кишки [20].

Как следует из вышесказанного, основные фармакологические эффекты исследуемых объектов реализуются посредством флавоноидов и оксикоричных кислот, содержание которых как в растительных объектах, так и в биологических жидкостях в основном контролируется с помощью метода ВЭЖХ. Поэтому на следующем этапе настоящих исследований нами проведён сравнительный анализ эффективности определения вышеупомянутых компонентов в исследуемых растительных объектах с помощью методов ВЭЖХ и КЭ. Перспективность такого исследования вызвана необходимостью продемонстрировать возможности метода КЭ наряду с ВЭЖХ, поскольку КЭ отличается от ВЭЖХ в первую очередь значительная экономическая целесообразность.

Электрофореграмма разделения экстракта листьев артишока методом МЭХ, зарегистрированная при длине волны 350 нм показала наличие 5 компонентов, имеющих одинаковые УФ-профили, принадлежащие оксикоричным кислотам (Рис. 1). Причём зафиксированные УФ-профили отличаются от типовых, характерных для этого класса соединений. Это связано с тем, что разделение проводилось в среде боратного буфера, имеющего рН – 9,2, в котором происходит батохромный сдвиг основной полосы поглощения оксикоричных кислот с 325 нм до 350 нм (Рис. 2).

Доминирующий пик на электрофореграмме, имеющий время миграции – 11,946 мин соответствует кислоте хлорогеновой, это доказывается по совпадению времени миграции анализируемого и стандартного образца и полному соответствию УФ-профилей (Рис. 3). Пик со временем миграции 14,680 мин соответствует цинарину. Остальные пики принадлежат изомерам указанных кислот.

Электрофореграмма того же образца, зафиксированная при длине волны 380 нм приведена на рисунке 4.

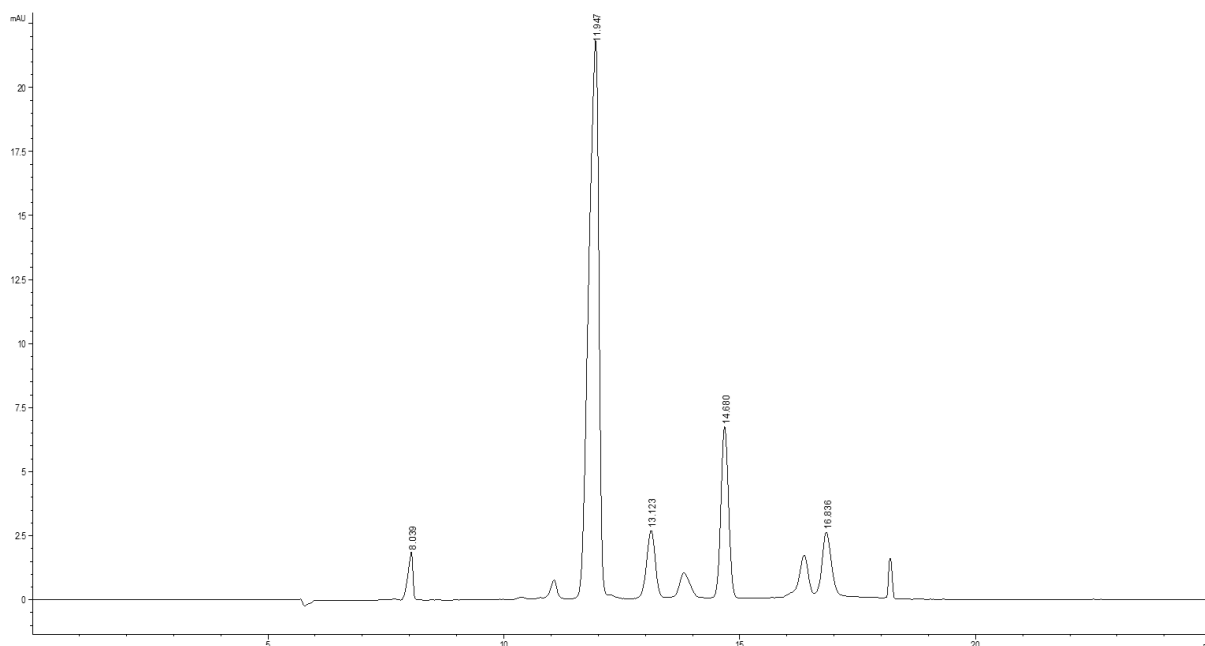


Рис. 1. Электрофореграмма экстракта листьев артишока (детекция – диодно-матричная при длине волны 350 нм)

Fig. 1. Electrophoregram of artichoke leaf extract (diode-matrix detection at a wavelength of 350 nm)

| MigTime [min] | k' | Area [mAU*s] | Height [mAU] | Symm. | Width [min] | Plates | Resol | Signal /Noise |
|---------------|----|--------------|--------------|-------|-------------|--------|-------|---------------|
| 8.039 | - | 13.68808 | 1.86729 | 2.13 | 0.1147 | 27219 | - | - |
| 11.947 | - | 326.40765 | 21.78537 | 1.02 | 0.2457 | 13094 | 12.74 | - |
| 13.123 | - | 33.22433 | 2.62999 | 1.09 | 0.1978 | 24393 | 3.12 | - |
| 14.680 | - | 75.01202 | 6.68198 | 0.92 | 0.1778 | 37759 | 4.87 | - |
| 16.836 | - | 34.66835 | 2.52014 | 0.85 | 0.2089 | 35992 | 6.55 | - |

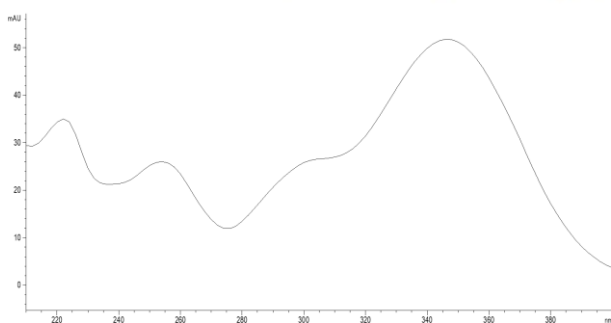


Рис. 2. Типовой УФ-спектр поглощения оксикоричных кислот артишока, полученный при использовании МЭКХ
Fig. 2. Typical UV-vis absorption spectrum of artichoke oxycinnamic acids obtained using IECC

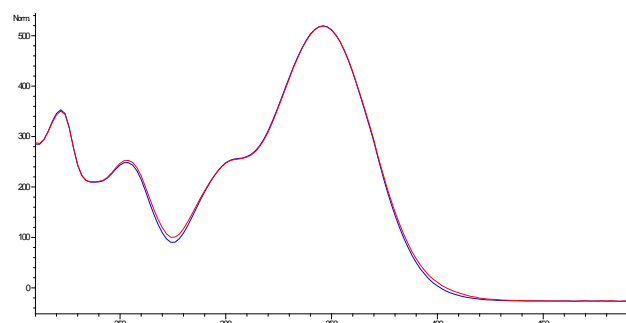


Рис. 3. Наложение УФ-спектров компонента со временем миграции 11,947 и кислоты хлорогеновой
Fig. 3. Superposition of UV spectra of the component with migration time 11.947 and chlorogenic acid

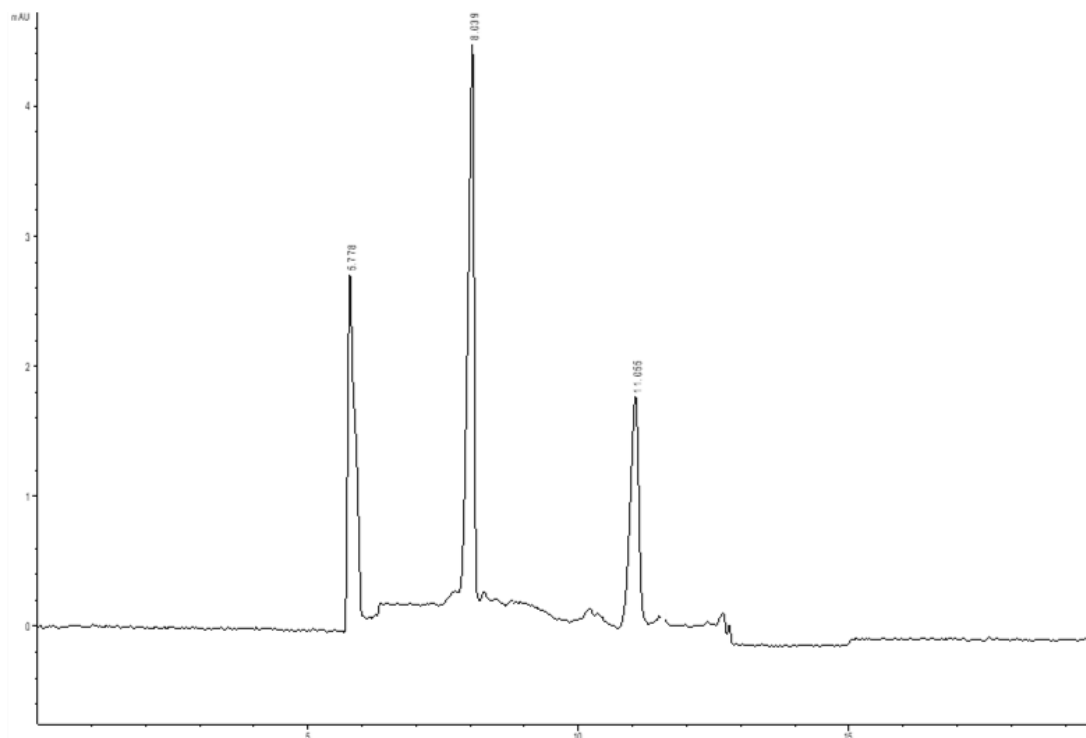


Рис. 4. Электрофореграмма экстракта листьев артишока (детекция – диодно-матричная при длине волны 380 нм)

Fig. 4. Electrophoregram of artichoke leaf extract (diode-matrix detection at a wavelength of 380 nm)

| MigTime [min] | k' | Area [mAU*s] | Height [mAU] | Symm. | Width [min] | Plates | Resol | Signal /Noise |
|---------------|----|--------------|--------------|-------|-------------|--------|-------|---------------|
| 5.778 | - | 25.34926 | 2.72102 | 0.41 | 0.1650 | 6791 | - | - |
| 8.039 | - | 33.18464 | 4.26627 | 1.40 | 0.1240 | 23272 | 9.19 | - |
| 11.055 | - | 19.03530 | 1.75444 | 1.55 | 0.1710 | 23175 | 12.02 | - |

В данном случае зафиксировано 2 компонента, имеющих одинаковый УФ-профиль, приведённый на рисунке 5, соответствующий гликозидам лютеолина – лютеолин-7-глюкозиду (цинарозиду) и

лютеолин-7-рутинозиду (сколимосиду), о чём свидетельствует совпадение времён миграции и УФ-спектров компонентов с соответствующими стандартными образцами (Рис. 6).

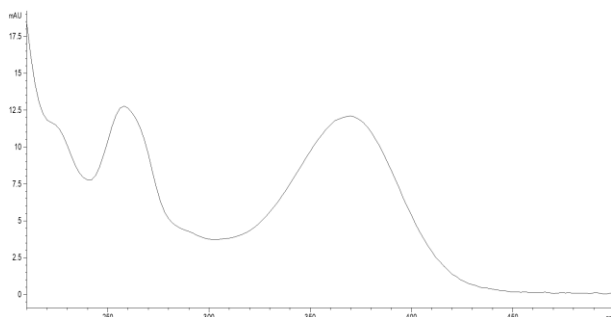


Рис. 5. Типовой УФ-спектр поглощения флавоноидов артишока, полученный при использовании МЭКХ

Fig. 5. Typical UV-vis absorption spectrum of artichoke flavonoids obtained using MECS

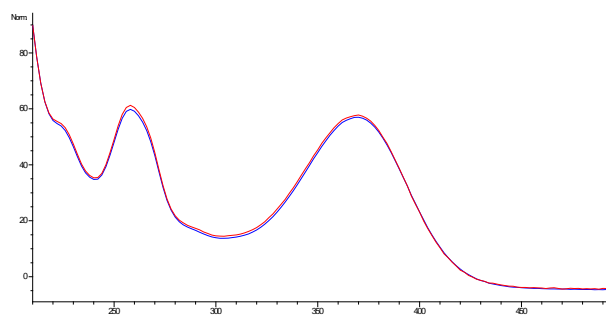


Рис. 6. Наложение УФ-спектров компонента со временем миграции 8,39 и СО лютеолин-7-глюкозида

Fig. 6. Overlay of UV spectra of the component with migration time 8.39 and SS of luteolin-7-glucoside

На рисунках 7 и 8 приведены хроматограммы, полученные в ходе хроматографирования экстракта артишока методом

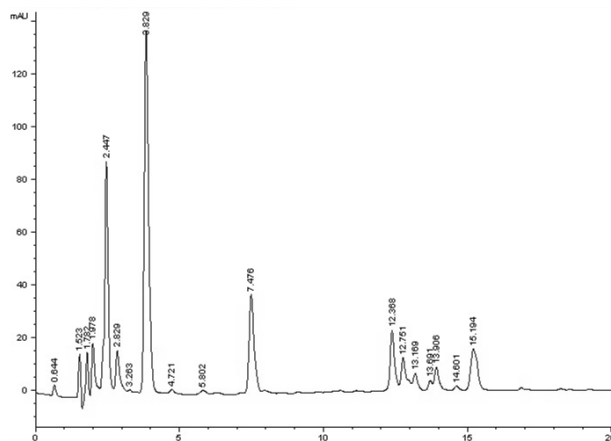


Рис. 7. Хроматограмма экстракта листьев артишока, зарегистрированная при длине волны 325 нм

Fig. 7. Chromatogram of artichoke leaf extract, recorded at 325 nm

На хроматограмме видно, что доминируют два компонента со временем удерживания 3,829 мин и 7,476 мин, имеющие одинаковые УФ-профили, соответствующие оксикоричным кислотам (Рис. 9).

Компонент со временем удерживания 3,829 мин по времени удерживания совпадает со СО кислоты хлорогеновой, а компонент со временем удерживания 7,476 мин соответствует цинарину. Остальные

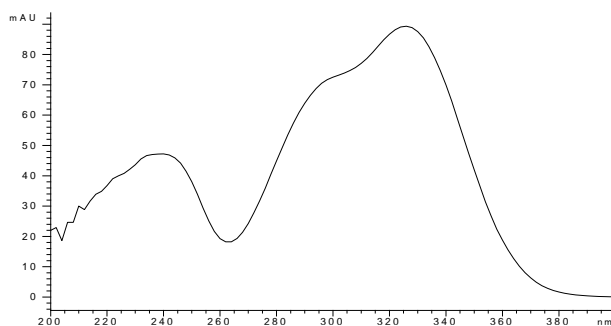


Рис. 9. Типовой УФ-спектр поглощения оксикоричных кислот артишока, полученный при использовании ВЭЖХ
Fig. 9. Typical UV absorption spectrum of artichoke oxycinnamic acids obtained using HPLC

ВЭЖХ. Хроматограмма на рисунке 7 зарегистрированная при длине волны 325 нм показывает присутствие оксикоричных кислот.

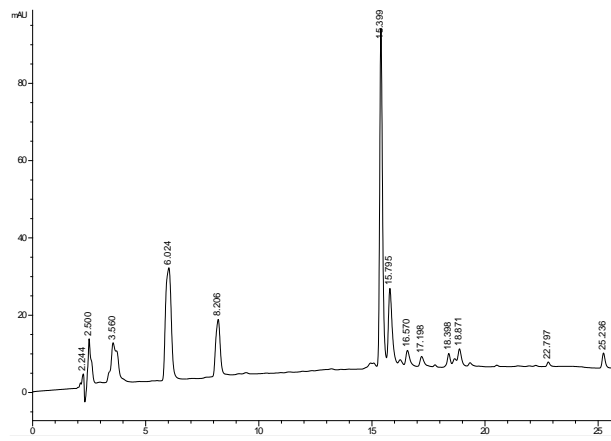


Рис. 8. Хроматограмма экстракта листьев артишока, зарегистрированная при длине волны 355 нм

Fig. 8. Chromatogram of artichoke leaf extract recorded at a wavelength of 355 nm

минорные компоненты принадлежат изомерам данных кислот.

На хроматограмме, зарегистрированной при длине волны 355 нм обнаруживаются два компонента, со временем удерживания 15,399 мин и 15,795 мин соответствующие по времени удерживания и УФ-профилям лютеолин-7-глюкозиду и лютеолин-7-рутинозиду с явным доминированием первого (Рис. 10).

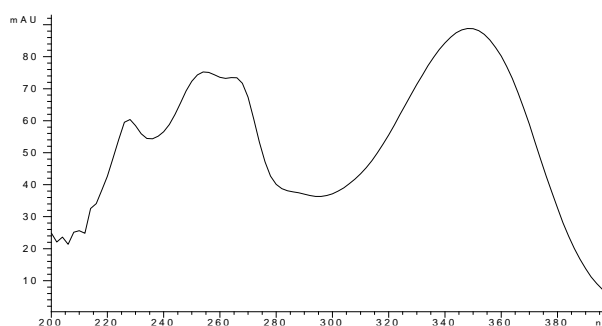


Рис. 10. Типовой УФ-спектр поглощения флавоноидов артишока, полученный при использовании ВЭЖХ
Fig. 10. Typical UV absorption spectrum of artichoke flavonoids obtained using HPLC

Таким образом, из всего вышесказанного можно сделать вывод, что оба метода пригодны для обнаружения компонентного состава артишока колючего. Коэффициенты разделения, полученные в ходе электрофоретического и хроматографического разделения позволяют проводить количественную оценку каждого компонента. Однако, метод

КЭ потенциально более выгоден для анализа биологически активных веществ и их метаболитов в объектах биологического происхождения из-за его поливалентности.

Электрофореграмма разделения полифенольного комплекса цветков бессмертника песчаного приведена на рисунке 11.

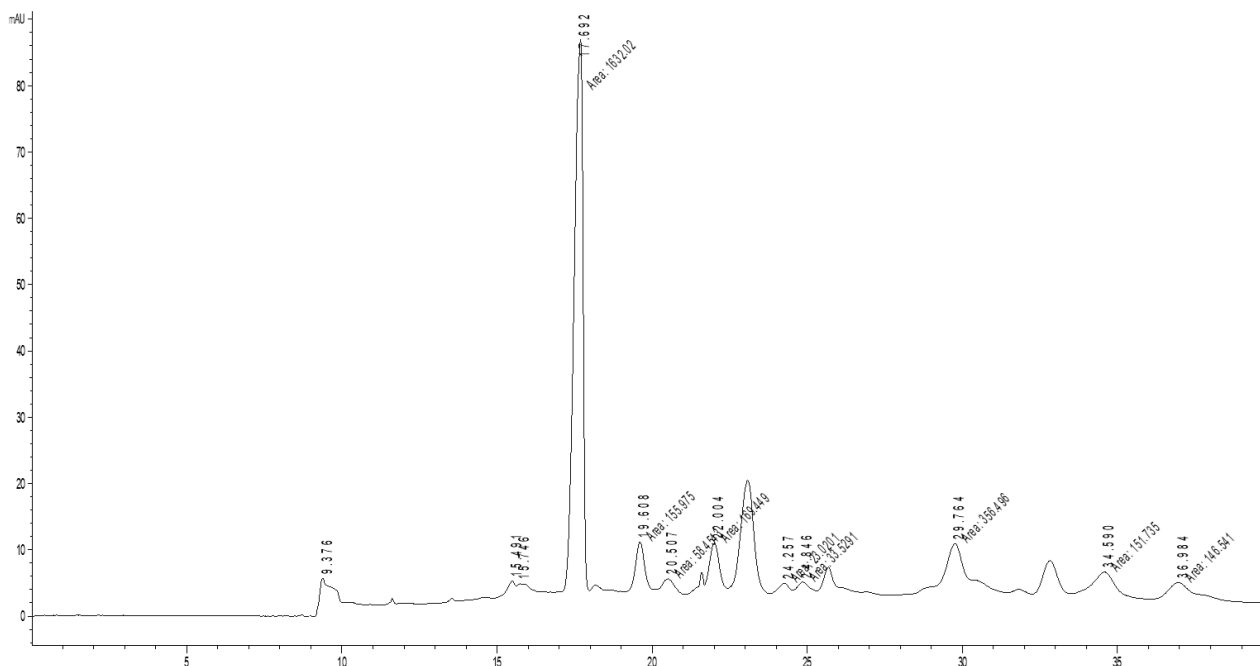


Рис. 11. Электрофореграмма экстракта цветков бессмертника (детекция – диодно-матричная при длине волны 325 нм)

Fig. 11. Electropherogram of sandy everlasting flower extract (diode-matrix detection at 325 nm)

| MigTime [min] | k' | Area [mAU*s] | Height [mAU] | Symm. | Width [min] | Plates | Resolution |
|---------------|----|--------------|--------------|-------|-------------|--------|------------|
| 8.134 | - | 16.30608 | 2.60286 | 0.43 | 0.0886 | 46756 | - |
| 8.583 | - | 16.59444 | 1.76415 | 1.91 | 0.1363 | 21972 | 2.34 |
| 9.050 | - | 19.97873 | 2.46238 | 1.25 | 0.0920 | 53611 | 2.41 |
| 10.648 | - | 24.59089 | 1.98299 | 1.13 | 0.2000 | 15710 | 6.43 |
| 11.647 | - | 78.89336 | 14.11838 | 2.00 | 0.0861 | 101408 | 4.10 |
| 11.851 | - | 110.98334 | 19.58845 | 2.00 | 0.0900 | 96045 | 1.36 |
| 11.990 | - | 10.37795 | 1.90869 | 1.62 | 0.1080 | 68234 | 0.82 |
| 12.322 | - | 17.10360 | 1.73619 | 1.06 | 0.1972 | 21642 | 1.28 |
| 12.597 | - | 26.48802 | 5.40429 | 1.22 | 0.0733 | 163468 | 1.20 |
| 12.980 | - | 16.52082 | 1.98205 | 2.76 | 0.1155 | 69916 | 2.39 |
| 13.062 | - | 5.61616 | 1.72322 | 1.56 | 0.0585 | 276033 | 0.55 |
| 13.687 | - | 46.61923 | 8.21259 | 1.10 | 0.0785 | 168253 | 5.36 |
| 13.967 | - | 31.50295 | 4.46455 | 2.37 | 0.1078 | 92961 | 1.76 |
| 14.037 | - | 17.67549 | 3.69914 | 0.46 | 0.0769 | 184821 | 0.45 |
| 14.486 | - | 30.19519 | 2.21288 | 1.28 | 0.3244 | 11040 | 1.31 |
| 14.847 | - | 95.41763 | 10.64409 | 1.45 | 0.1093 | 102113 | 0.98 |
| 15.475 | - | 10.23311 | 2.11095 | 1.64 | 0.1066 | 116871 | 3.42 |
| 15.620 | - | 16.63379 | 2.35032 | 2.14 | 0.1507 | 59555 | 0.66 |
| 15.756 | - | 24.01396 | 2.31521 | 0.79 | 0.2059 | 32449 | 0.45 |
| 16.524 | - | 30.01777 | 2.17355 | 0.71 | 0.3117 | 15572 | 1.74 |
| 17.447 | - | 22.54306 | 2.05533 | 0.38 | 0.2590 | 25139 | 1.90 |
| 19.629 | - | 32.58359 | 3.01239 | 0.93 | 0.1617 | 81680 | 6.10 |

На электрофореграмме обнаруживается 9 компонентов, из которых доминирующий имеет время миграции 17,692 мин с УФ-профилем поглощения, представленным на рисунке 12. Данный

компонент по времени миграции и УФ-спектру поглощения соответствует СО изосалипурпоза (Рис. 12).

Как видно на представленном рисунке, доминирующий пик хорошо

отделяется от остальных компонентов системы, что позволяет проводить количественную оценку его содержания в пробе.

Известно, что изосалипурпозид, являясь флаваноном, имеет максимум поглощения при 290 нм. Однако в данном

случае, поскольку разделение проводилось в среде буферного раствора, то происходит bathochromный сдвиг до 325 нм.

Хроматограмма разделения экстракта цветков бессмертника представлена на рисунке 13.

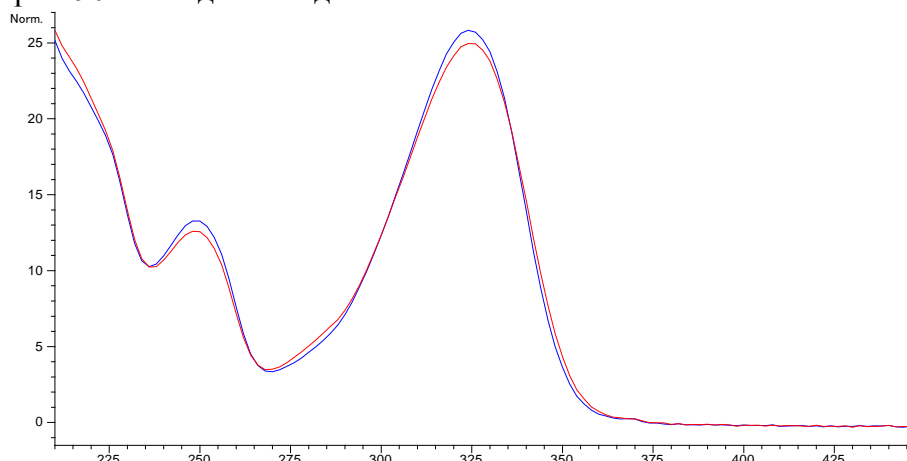


Рис. 12. Наложение УФ-спектров компонента со временем миграции 17,962 мин и СО изосалипурпозид

Fig. 12. Overlay of UV spectra of the component with migration time 17.962 min and SS of isosalipurposide

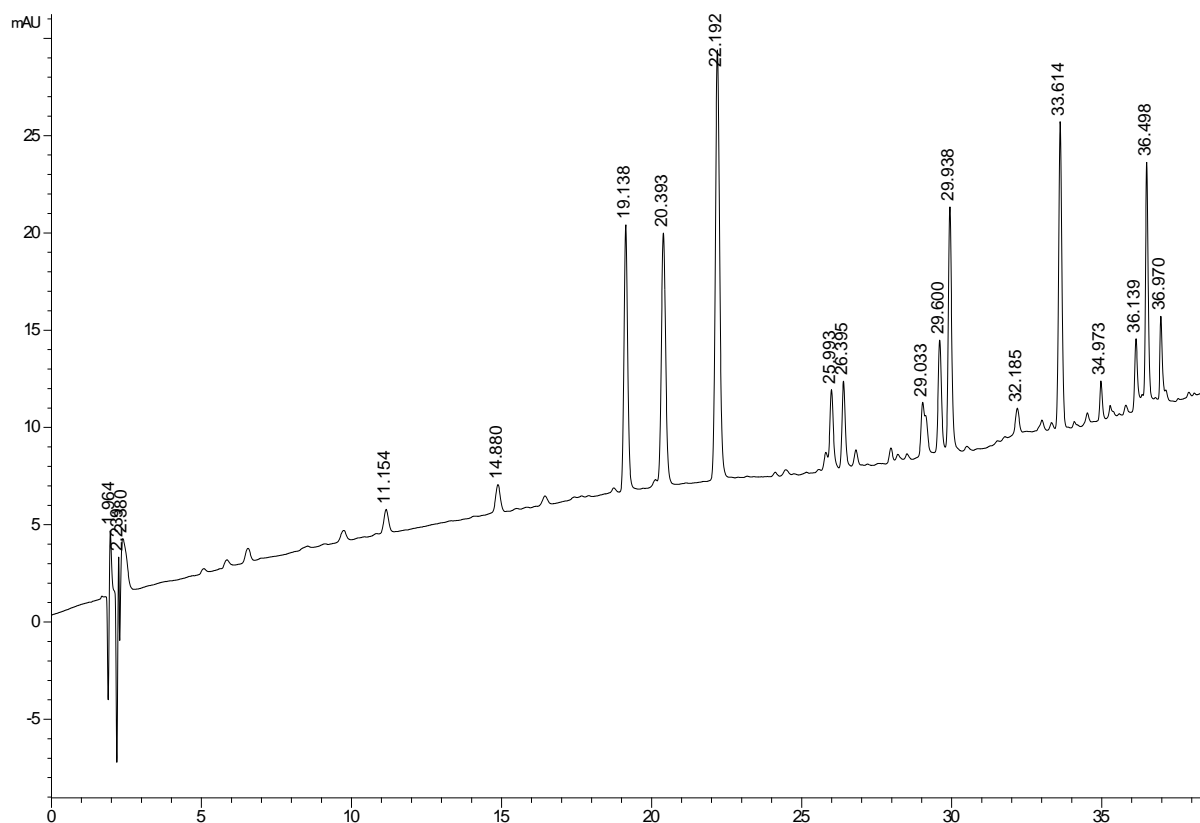


Рис. 13. Хроматограмма экстракта цветков бессмертника, зарегистрированная при длине волны 325 нм

Fig. 13. Chromatogram of sandy everlasting flower extract recorded at a wavelength of 325 nm

На представленной хроматограмме присутствует 10 значимых компонентов, из которых доминирующим является пик со временем удерживания 22,192 мин. По УФ-

спектру поглощения (Рис. 14) и времени удерживания данный компонент соответствует изосалипурпозиду.

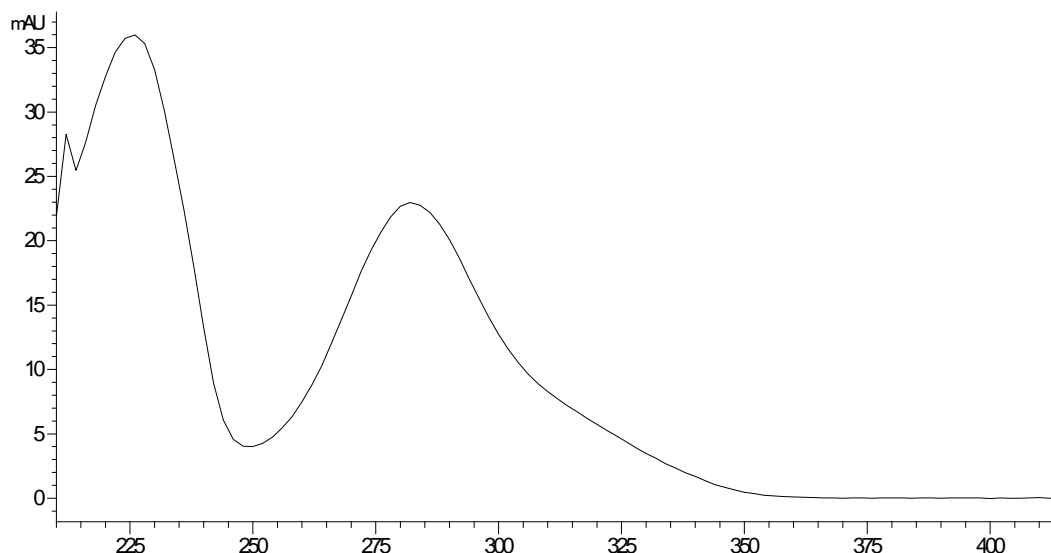


Рис. 14. УФ-спектр компонента со временем удерживания 22,192 мин

Fig. 14. UV spectrum of the component with retention time 22.192 min

По основным параметрам пригодности, использованная хроматографическая система позволяет адекватно разделять компоненты экстракта бессмертника. Поэтому данные условия позволяют проводить количественную оценку каждого компонента в фитокомплексе.

Заключение. Результаты анализа полифенольного комплекса экстракта листьев артишока и цветков бессмертника с помощью капиллярного электрофореза согласуются с данными полученными в ходе хроматографирования методом ВЭЖХ. Это позволяет сделать вывод, что метод капиллярного электрофореза в варианте мицеллярной электрокинетической хроматографии позволяет идентифицировать и проводить количественную оценку каждого компонента в листьях артишока и цветках бессмертника наряду с ВЭЖХ. Причём исполнение анализа с помощью капиллярного электрофореза является более экономически оправданным, по сравнению с ВЭЖХ, поскольку не требует

затрат растворителей для подвижной фазы и наличия набора колонок.

Информация о финансировании

Финансирование данной работы не проводилось.

Financial support

No financial support has been provided for this work.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests

The authors have no conflict of interest to declare.

Список литературы

1. Полоусова ЮЕ, Писарев ДИ, Новиков ОО, и др. Спектр фармакологической активности разных групп природных соединений листьев лавра обыкновенного и выбор оптимального экстрагента для извлечения эфирного масла из них. Научные результаты биомедицинских исследований. 2021;7(3):281-295. DOI: <https://doi.org/10.18413/2658-6533-2021-7-3-0-7>

2. Vasil'ev VG, Prokop'ev AS, Kalabin GA. Identification of Terpene Lactones and Flavonol Glycosides in Preparations Based on Ginkgo Biloba Extract and a New Way of Semi-Quantitative Determination of Flavonol Glycosides by ¹H NMR Spectroscopy. *Russian Journal of Bioorganic Chemistry*. 2017;43(7):776-782. DOI: <https://doi.org/10.1134/S1068162017070172>
3. Dănăilă-Guidea SM, Eremia MC, Dinu LD, et al. *Helichrysum arenarium*: From Cultivation to Application. *Applied Sciences*. 2022;12(20):10241. DOI: <https://doi.org/10.3390/app122010241>
4. Kramberger K, Pražnikar ZJ, Arbeiter AB, et al. A Comparative Study of the Antioxidative Effects of *Helichrysum italicum* and *Helichrysum arenarium* Infusions. *Antioxidants*. 2021;10(3):380. DOI: <https://doi.org/10.3390/antiox10030380>
5. Babotă M, Mocan A, Vlase L, et al. Phytochemical Analysis, Antioxidant and Antimicrobial Activities of *Helichrysum arenarium* (L.) Moench. and *Antennaria dioica* (L.) Gaertn. *Flowers. Molecules*. 2018;23(2):409. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules23020409>
6. Kenig S, Kramberger K, Novak KŠ, et al. *Helichrysum italicum* (Roth) G. Don and *Helichrysum arenarium* (L.) Moench infusions in reversing the traits of metabolic syndrome: a double-blind randomized comparative trial. *Food and Function*. 2022;13:7697-7706. DOI: <https://doi.org/10.1039/D2FO00880G>
7. Mao Z, Gan C, Zhu J, et al. Anti-atherosclerotic activities of flavonoids from the flowers of *Helichrysum arenarium* L. MOENCH through the pathway of anti-inflammation. *Bioorganic and Medicinal Chemistry Letters*. 2017;27(12):2812-2817. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bmcl.2017.04.076>
8. Namkhah Z, Naeini F, Rezayat SM, et al. Does naringenin supplementation improve lipid profile, severity of hepatic steatosis and probability of liver fibrosis in overweight/obese patients with NAFLD? A randomised, double-blind, placebo-controlled, clinical trial. *International Journal of Clinical Practice*. 2021;75(11):e14852. DOI: <https://doi.org/10.1111/ijcp.14852>
9. Pljevljakušić D, Bigović D, Janković T, et al. Sandy Everlasting (*Helichrysum arenarium* (L.) Moench): Botanical, Chemical and Biological Properties. *Frontiers in Plant Science*. 2018;9:1123. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01123>
10. De Falco B, Incerti G, Amato M, et al. Artichoke: botanical, agronomical, phytochemical, and pharmacological overview. *Phytochemistry Reviews*. 2015;14:993-1018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11101-015-9428-y>
11. Ardalani H, Jandaghi P, Meraji A, et al. The Effect of *Cynara scolymus* on Blood Pressure and BMI in Hypertensive Patients: A Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled, Clinical Trial. *Complementary Medicine Research*. 2020;27(1):40-46. DOI: <https://doi.org/10.1159/000502280>
12. Salem MB, Kolsi RBA, Dhouibi R, et al. Protective effects of *Cynara scolymus* leaves extract on metabolic disorders and oxidative stress in alloxan-diabetic rats. *BMC Complementary and Alternative Medicine*. 2017;17:328. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12906-017-1835-8>
13. Abdel-Moneim A, Ahmed OM, Abd El-Twab SM, et al. Prophylactic effects of *Cynara scolymus* L. leaf and flower hydroethanolic extracts against diethylnitrosamine/acetylaminoflourene-induced lung cancer in Wistar rats. *Environmental Science and Pollution Research*. 2021;28:43515-43527. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-021-13391-x>
14. Abdel-Kader MM, El-Sayed EM, Kassem SS, et al. Protective and antioxidant effects of *Cynara scolymus* leaves against carbon tetrachloride toxicity in rats. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2014;5(5):1373-1380.
15. Mejri F, Baati T, Martins A, et al. Phytochemical analysis and *in vitro* and *in vivo* evaluation of biological activities of artichoke (*Cynara scolymus* L.) floral stems: Towards the valorization of food by-products. *Food Chemistry*. 2020;333:127506. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127506>
16. Salem MB, Ksouda K, Dhouibi R, et al. LC-MS/MS Analysis and Hepatoprotective Activity of Artichoke (*Cynara scolymus* L.) Leaves Extract against High Fat Diet-Induced Obesity in Rats. *BioMed Research International*. 2019;2019:4851279. DOI: <https://doi.org/10.1155/2019/4851279>
17. Salekzamani S, Ebrahimi-Mameghani M, Rezazadeh K. The antioxidant activity of artichoke (*Cynara scolymus*): A systematic review and meta-analysis of animal studies. *Phytotherapy Research*. 2019;33(1):55-71. DOI: <https://doi.org/10.1002/ptr.6213>
18. Mocelin R, Marcon M, Santo GD, et al. Hypolipidemic and antiatherogenic effects of

Cynara scolymus in cholesterol-fed rats. *Revista Brasileira de Farmacognosia*. 2016;26(2):233-239. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bjp.2015.11.004>

19. Turkiewicz IP, Wojdyło A, Tkacz K, et al. Antidiabetic, anticholinesterase and antioxidant activity vs. terpenoids and phenolic compounds in selected new cultivars and hybrids of artichoke *Cynara scolymus* L. *Molecules*. 2019;24(7):1222. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules24071222>

20. Magied MMA, Hussien SED, Zaki SM, et al. Artichoke (*Cynara scolymus* L.) Leaves and Heads Extracts as Hypoglycemic and Hypocholesterolemic in Rats. *Journal of Food and Nutrition Research*. 2016;4:60-68. DOI: <https://doi.org/10.12691/JFNR-4-1-10>

References

1. Polousova YE, Pisarev DI, Novikov OO, et al. The spectrum of pharmacological activity of different groups of natural compounds of laurel leaves and the choice of the optimal extractant for the extraction of essential oil from them. *Research Results in Biomedicine*. 2021;7(3):281-295. Russian. DOI: <https://doi.org/10.18413/2658-6533-2021-7-3-0-7>

2. Vasii'ev VG, Prokopiev AS, Kalabin GA. Identification of Terpene Lactones and Flavonol Glycosides in Preparations Based on Ginkgo Biloba Extract and a New Way of Semi-Quantitative Determination of Flavonol Glycosides by 1H NMR Spectroscopy. *Russian Journal of Bioorganic Chemistry*. 2017;43(7):776-782. DOI: <https://doi.org/10.1134/S1068162017070172>

3. Dănăilă-Guidea SM, Eremia MC, Dinu LD, et al. *Helichrysum arenarium*: From Cultivation to Application. *Applied Sciences*. 2022;12(20):10241. DOI: <https://doi.org/10.3390/app122010241>

4. Kramberger K, Pražnikar ZJ, Arbeiter AB, et al. A Comparative Study of the Antioxidative Effects of *Helichrysum italicum* and *Helichrysum arenarium* Infusions. *Antioxidants*. 2021;10(3):380. DOI: <https://doi.org/10.3390/antiox10030380>

5. Babotă M, Mocan A, Vlase L, et al. Phytochemical Analysis, Antioxidant and Antimicrobial Activities of *Helichrysum arenarium* (L.) Moench. and *Antennaria dioica* (L.) Gaertn. Flowers. *Molecules*. 2018;23(2):409. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules23020409>

6. Kenig S, Kramberger K, Novak KŠ, et al. *Helichrysum italicum* (Roth) G. Don and *Helichrysum arenarium* (L.) Moench infusions in reversing the traits of metabolic syndrome: a

double-blind randomized comparative trial. *Food and Function*. 2022;13:7697-7706. DOI: <https://doi.org/10.1039/D2FO00880G>

7. Mao Z, Gan C, Zhu J, et al. Anti-atherosclerotic activities of flavonoids from the flowers of *Helichrysum arenarium* L. MOENCH through the pathway of anti-inflammation. *Bioorganic and Medicinal Chemistry Letters*. 2017;27(12):2812-2817. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bmcl.2017.04.076>

8. Namkhah Z, Naeini F, Rezayat SM, et al. Does naringenin supplementation improve lipid profile, severity of hepatic steatosis and probability of liver fibrosis in overweight/obese patients with NAFLD? A randomised, double-blind, placebo-controlled, clinical trial. *International Journal of Clinical Practice*. 2021;75(11):e14852. DOI: <https://doi.org/10.1111/ijcp.14852>

9. Pljevljakušić D, Bigović D, Janković T, et al. Sandy Everlasting (*Helichrysum arenarium* (L.) Moench): Botanical, Chemical and Biological Properties. *Frontiers in Plant Science*. 2018;9:1123. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01123>

10. De Falco B, Incerti G, Amato M, et al. Artichoke: botanical, agronomical, phytochemical, and pharmacological overview. *Phytochemistry Reviews*. 2015;14:993-1018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11101-015-9428-y>

11. Ardalani H, Jandaghi P, Meraji A, et al. The Effect of *Cynara scolymus* on Blood Pressure and BMI in Hypertensive Patients: A Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled, Clinical Trial. *Complementary Medicine Research*. 2020;27(1):40-46. DOI: <https://doi.org/10.1159/000502280>

12. Salem MB, Kolsi RBA, Dhouibi R, et al. Protective effects of *Cynara scolymus* leaves extract on metabolic disorders and oxidative stress in alloxan-diabetic rats. *BMC Complementary and Alternative Medicine*. 2017;17:328. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12906-017-1835-8>

13. Abdel-Moneim A, Ahmed OM, Abd El-Twab SM, et al. Prophylactic effects of *Cynara scolymus* L. leaf and flower hydroethanolic extracts against diethylnitrosamine/acetylaminoflourene-induced lung cancer in Wistar rats. *Environmental Science and Pollution Research*. 2021;28:43515-43527. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-021-13391-x>

14. Abdel-Kader MM, El-Sayed EM, Kassem SS, et al. Protective and antioxidant effects of *Cynara scolymus* leaves against carbon tetrachloride toxicity in rats. *Research Journal of*

Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2014;5(5):1373-1380.

15. Mejri F, Baati T, Martins A, et al. Phytochemical analysis and *in vitro* and *in vivo* evaluation of biological activities of artichoke (*Cynara scolymus* L.) floral stems: Towards the valorization of food by-products. Food Chemistry. 2020;333:127506. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127506>

16. Salem MB, Ksouda K, Dhoubi R, et al. LC-MS/MS Analysis and Hepatoprotective Activity of Artichoke (*Cynara scolymus* L.) Leaves Extract against High Fat Diet-Induced Obesity in Rats. BioMed Research International. 2019;2019:4851279. DOI: <https://doi.org/10.1155/2019/4851279>

17. Salekzamani S, Ebrahimi-Mameghani M, Rezazadeh K. The antioxidant activity of artichoke (*Cynara scolymus*): A systematic review and meta-analysis of animal studies. Phytotherapy Research. 2019;33(1):55-71. DOI: <https://doi.org/10.1002/ptr.6213>

18. Mocelin R, Marcon M, Santo GD, et al. Hypolipidemic and antiatherogenic effects of *Cynara scolymus* in cholesterol-fed rats. Revista Brasileira de Farmacognosia. 2016;26(2):233-239. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bjp.2015.11.004>

19. Turkiewicz IP, Wojdyło A, Tkacz K, et al. Antidiabetic, anticholinesterase and antioxidant activity vs. terpenoids and phenolic compounds in selected new cultivars and hybrids of artichoke *Cynara scolymus* L. Molecules. 2019;24(7):1222. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules24071222>

20. Magied MMA, Hussien SED, Zaki SM, et al. Artichoke (*Cynara scolymus* L.) Leaves and Heads Extracts as Hypoglycemic and Hypocholesterolemic in Rats. Journal of Food and Nutrition Research. 2016;4:60-68. DOI: <https://doi.org/10.12691/JFNR-4-1-10>

Статья поступила в редакцию 3 января 2023 г.
Поступила после доработки 20 февраля 2024 г.
Принята к печати 12 марта 2024 г.

Received 3 January 2023
Revised 20 February 2024
Accepted 12 March 2024

Информация об авторах

Руслан Павлович Худоян, соискатель ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», г. Москва, Российская Федерация, E-mail: rus4394@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0319-8406>.

Дмитрий Иванович Писарев, доктор фармацевтических наук, доцент, профессор кафедры органической химии ФГБОУ ВО «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», г. Москва, Российская Федерация, E-mail: juniper05@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2996-7712>.

Олег Олегович Новиков, доктор фармацевтических наук, профессор, профессор департамента ветеринарной медицины ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», г. Москва, Российская Федерация, E-mail: ole9222@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3145-6783>.

Сергей Александрович Ягников, доктор ветеринарных наук, профессор, профессор департамента ветеринарной медицины аграрно-технологического института ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», г. Москва, Российская Федерация, E-mail: yagnikovsa@rudn.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2567-272X>.

Дмитрий Владимирович Никитченко, доктор биологических наук, профессор департамента ветеринарной медицины аграрно-технологического института ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», г. Москва, Российская Федерация, E-mail: nikitchenkovdv@rudn.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0531-0377>.

Анастасия Юрьевна Малютина, кандидат фармацевтических наук, доцент, профессор Белгородского института пищевых наук при Дзэчжоуском университете, Дзэчжоуский университет, г. Дзэчжоу, Китайская Народная Республика, E-mail: malyutina_a@bsu.edu.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6170-2151>.

Information about the authors

Ruslan P. Khudoyan, Applicant, Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia, E-mail: rus4394@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0319-8406>.

Dmitry I. Pisarev, Doct. Sci. (Pharmacy), Associate Professor, Professor at the Department of Organic Chemistry, Kosygin State University of Russia, Moscow, Russia, E-mail: juniper05@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2996-7712>.

Oleg O. Novikov, Doct. Sci. (Pharmacy), Professor, Professor at the Veterinary Medicine Department, Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia, E-mail: ole9222@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3145-6783>.

Sergey A. Yagnikov, Doct. Sci. (Veterinary), Professor, Professor at the Department of Veterinary Medicine, Agrarian Technology Institute, Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia, E-mail: yagnikov-sa@rudn.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2567-272X>.

Dmitry V. Nikitchenko, Doct. Sci. (Biology), Professor at the Department of Veterinary Medicine, Agrarian Technology Institute, Peoples' Friendship

University of Russia, Moscow, Russia, E-mail: nikitchenko-dv@rudn.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0531-0377>.

Anastasia Y. Malyutina, Cand. Sci. (Pharmacy), Associate Professor, Professor, Belgorod Institute of Food Sciences at Dezhou University, Dezhou University, Dezhou, China, E-mail: malyutina_a@bsu.edu.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6170-2151>.